

每周工作汇报

姓名	侯宇轩	开始日期	2019.1.7	结束日期	2019.1.13
----	-----	------	----------	------	-----------

1. 本周任务与计划

1.1 研究任务

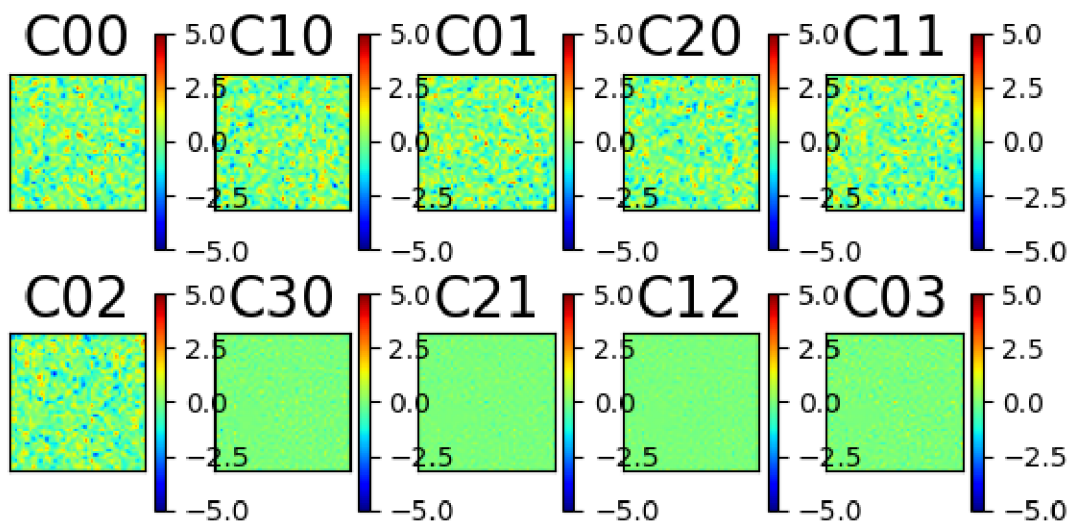
阅读蔡老师新布置的论文：PDE-Net: Learning PDEs from Data，学习其中的方法，思考如何用其对 level-set 进行改进，来应用在神经纤维瘤分割上。

对之前的深度学习肝脏配准工作进行调整。

2. 本周工作概要

2.1 当前的进展

将新生成的 level set 分割过程输入 PDE-net 训练得到的结果如下：



可以看到，各阶微分算子系数基本处于杂乱无章状态。只能看出曲线演化与三阶以上微分项基本无关，这与上次未调整的水平集分割过程数据的学习结果相似，都是没有学到东西。

思考后发现，GAC(Geodesic Active Contours, itk 实现的一种水平集算法)模型是基于图像梯度的，但是 PDE-net 中只能输入曲线演化结果，而没有输入原始图像或者梯度图像；这样的话 PDE-net 应该并没有办法提取与梯度有关的微分方程。蔡老师同意我的看法。

因此，蔡老师提出需要设法将原始图像作为 PDE-net 中微分方程的边界条件输入网络。

之后阅读了 PDE-net 代码，对其添加了一些注释。

在核对 PDE-net 代码时，发现其对微分方程边界条件的定义仅在其定义域的最外侧；以 512x512 CT 图像为例，微分方程边界 $\partial\Omega$ 指的是该 512x512 正方形的边缘。

线性微分方程边值问题的一般形式如下：

$$a \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + b \frac{\partial f}{\partial x} + c = k(x), \text{ 其中 } k(x) \text{ 已知}$$

$$\text{s.t. } f(x) = g(x), x \in \partial\Omega, \text{ 其中 } g(x) \text{ 已知 (第一类边界条件)}$$

$$\text{或: } \text{s.t. } f'(x) = h(x), x \in \partial\Omega, \text{ 其中 } h(x) \text{ 已知 (第二类边界条件)}$$

$$\text{若 } \Omega = [-\pi, \pi], \text{ 那么 } \partial\Omega = \{-\pi, \pi\} \text{ (两个点)}。$$

论文中给出的例子

3.1. Simulated data, training and testing

We consider a 2-dimensional linear variable-coefficient convection-diffusion equation on $\Omega = [0, 2\pi] \times [0, 2\pi]$,

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = a(x, y)u_x + b(x, y)u_y + 0.2u_{xx} + 0.3u_{yy}, \\ u|_{t=0} = u_0(x, y), \end{cases} \quad (8)$$

with $(t, x, y) \in [0, 0.3] \times \Omega$, where

$$\begin{aligned} a(x, y) &= 0.5(\cos(y) + x(2\pi - x)\sin(x)) + 0.6, \\ b(x, y) &= 2(\cos(y) + \sin(x)) + 0.8. \end{aligned}$$

是一个初边值问题，初值（ $t=0$ ）为函数 u_0 ，边值是在 $\partial\Omega$ 上应用循环边界条件（即，正方形上方边界与下方边界函数值在任意时刻相同。）

论文中是通过给出一段时间 T 内每一步的曲线 u_t 的值来学习整个方程的。

我们所想要的是将图像中的灰度或者梯度信息放到 PDE 模型中来，以便完成对水平集模型的学习；但是初值已经给定（就是初始水平集），边值又只能在阼的边界 $\partial\Omega$ 上（在这里就是 512x512 正方形的四条边上）给定。我没能想通如何添加图像信息至方程中。

2.2 周一交流情况

与蔡老师进行了交流，蔡老师提出将水平集函数为 0 处作为边界、水平集模型中的算子值为 0 处为边界、二阶导为 0 处为边界等等方法。我需要对这些方法进行测试。

3. 下周工作计划

水平集数据生成基本结束，进行微调。

研究如何将原始图像或梯度图像作为 PDE-net 中微分方程的边界条件输入网络。

附表：工作整理

任务类型	任务内容	截止日期	当前进度
工作	肝脏分割比赛 (浙一举办) 负责 registraion 部分	结束	对肝脏配准继续进行研究、调整。
工作	神经纤维瘤研究 (中期目标)		蔡老师提出新方法：使用偏微分方程网络 PDE-net 对 level set 进行改进。已经找到

			数据生成方法， 现在最重要的是 跑通流程。
--	--	--	-----------------------------

本周工作时长：8 小时*5+ 3 小时*2 = 46 小时。